MALZEME

Tetelimon Fractural Mechanic

METALLIC STRUCTURES!

1 kuantum numarası enerji seviyelerini, 2. kuantum numarası atomların nasıl yöneldiğini gösterir
(Yada 1 kuantum numarası magnetik 2.'si kimyasal özellikleri verir)
Metaller kolaylıkla e^- verirler. Non metaller eleman verebilirler.

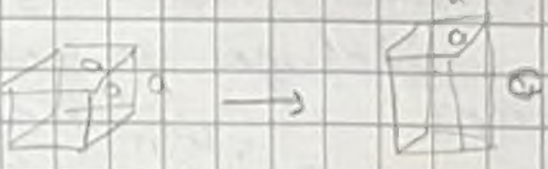
CH_4 sp^3 hybrid bonds tetrahedral

untraatomic bağ dahaları kuvvetli, interatomic daha kuvvetlidir.

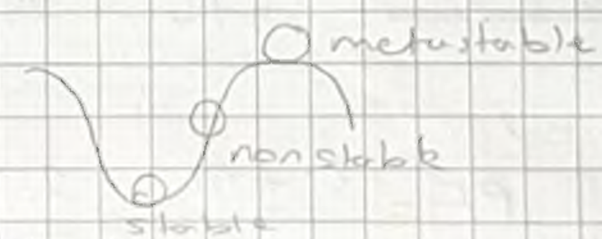
⟶ Metalik karakter azalır
↓ Metalik karakter artar

Metal yapısını meydana getiren e^- valence elektronlarıdır. Bunlar core e^-'lar gibi çekirdeğe kuvvetle bağlı değildir. Valance e^-'ları çekirdek etrafında ayrı bir bulut meydana getirir. Bu atomlar iletkenlik ve deformasyonla ilgilidirler.

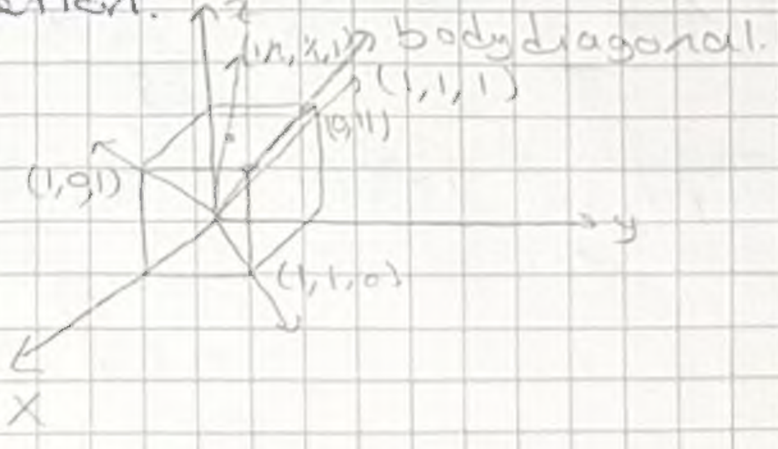
Grain malzeme maddeyi sertleştirir (Metaller)
Atomlar üç boyutta belirli geometrilerde dizilmişlerdir. Bunlar 14 ayrı geometriye tekabül eder.
Bir grain boundary'nin kalınlığı 10-20 A° kadardır.

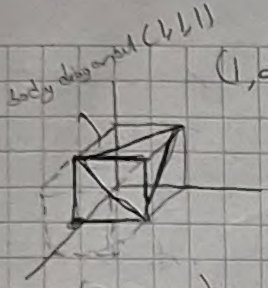
Çeliğe su verilince 

yapısına geçer



Direction!





$(1,\infty,\infty)$ • find the cross section points.
• take the reciprocal.

$\left(\frac{1}{1},\frac{1}{\infty},\frac{1}{\infty}\right)$

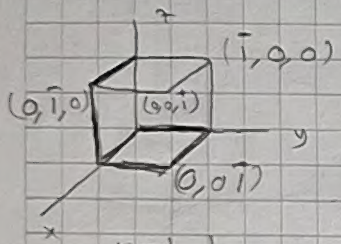
• eliminate fractions $(1,0,0)$

$(2,\infty,\infty)$

$(\frac{1}{2},0,0)$

$(2,0,0)$

Yönlenmeleri bulmak daha kolaydır. Planeler için ise kesenler ratım alarak alınır. Kesmeyenler ∞ ve bunların tersleri alınır.



Sadece orjinden geçen planeler için bu geçerlidir.

$(1,0,0)$ Tek plane

$\{1,0,0\}$ Plane topluluğu. $(1,0,0)(0,1,0)(0,0,1)$
$(\bar{1},0,0)(0,\bar{1},0)(0,0,\bar{1})$

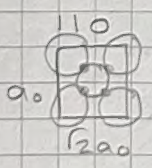
Kübik sistemde $(1,1,1)$ direction'ı ile $(1,1,1)$ plane'i birbirine diktir.

2.6: $\frac{1}{2}\times 6+8\cdot\frac{1}{8}=4$ unit cell'e düşen atom sayısı (for FCC
$8\times\frac{1}{8}+1=2$ and BCC)
$8\cdot\frac{1}{8}=1$ and SC

Packing factor $=\dfrac{\text{Volume occupied by atoms}}{\text{Volume unit cell}}$

$$PC_{FCC}=\frac{4\times\frac{4}{3}\pi r^3}{a^3}=\frac{4\frac{4}{3}\pi\left(\frac{\sqrt{2}}{4}a_0\right)^3}{3}=0,74 \quad \%74$$

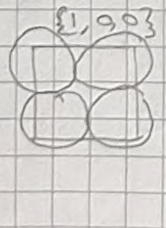
BCC:



$r=\frac{\sqrt{3}a_0}{4}$ BCC $PF|_{BCC}=\frac{2\cdot\frac{4}{3}\pi r^3}{a_0^3}=\frac{2\cdot\frac{4}{3}\pi r^3}{\left(\frac{4}{\sqrt{3}}r\right)^3}$

$=0,68 \quad \%68$

SC:

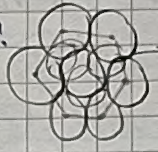


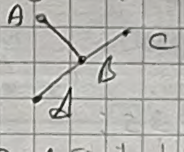
$a_0=2r$ $PF|_{SC}=\frac{1\times\frac{4}{3}\pi r^3}{a_0^3}=\frac{\frac{4}{3}\pi r^3}{(2r)^3}$

$=0,54 \quad \%54$

$$\rho_{FCC} = \frac{Mass}{Volume} = \frac{4 \cdot \frac{63,5\ gr}{6,02 \cdot 10^{23}\ gr}}{a_0^3 \cdot (3,61 \cdot 10^{-8})^3\ cm^3} = 8,98\ gr/cm^3$$

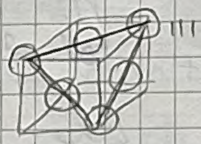
Doluluk oranı ayrı tip atomlar için %74'ten fazla olamaz.

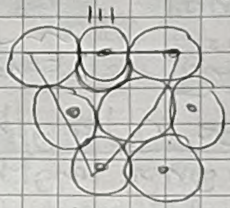
2.8:  → üstteki delikler merkezdeki küreye 3 aşağı, 3 yukarı ortamda yerleşirler



(dizilişi)
stacking-sequence veya ABAB s-s

ABC: FCC (Fizikçiler CCP 'de derler) (cubic closed packed) %74
ABAB: Hexagonal closed-packed %74





Linear Density

$$LD|_{(1,0,0),FCC} = \frac{1\ atom}{a_0} = \frac{2r}{\frac{4r}{\sqrt{2}}} = 0,705$$

$$LD|_{1,1,0\ FCC} = \frac{2 \cdot 2r}{\sqrt{2}\, a_0} = \frac{4r}{\sqrt{2}\, 4r} \cdot \sqrt{2} = 1$$

Linear density 1 olur ama hiçbir zaman biri geçemez (1,1,0) FCC'nin alabileceğin en yoğun çizgisel yoğunluktur.

Plane Density

$$PD|_{FCC(1,1,0)} = \frac{(4 \times \frac{1}{4} + 1)\pi r^2}{a_0^2} = \frac{2\pi r^2}{\left(\frac{4r}{\sqrt{2}}\right)^2} = \frac{2\pi}{8} = \frac{\pi}{4}$$

%76

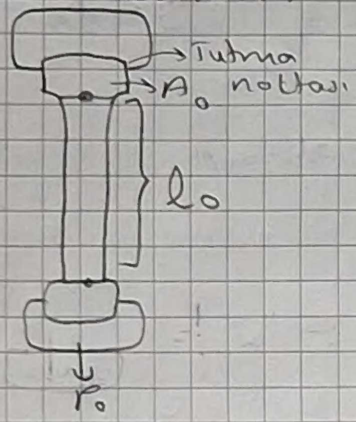
Ex: Calculate (1,1,1) $PD|_{(1,1,1)FCC} = ?$

Bir plane için 6 adet komşu yanı var.

Bakırla Nikel birbiri içinde tamamen erir. SS Solution larındaki yer değiştirme düzenli veya düzensiz olabilir.

Eğer 50-50 oranında ise (karıştırma) 50-50 yer kapabilir. 70-70 ise köşede 30 bakır 70 nikel demektir.

3rd Section:



T ≅ 300 (constant)

Engineering stress:

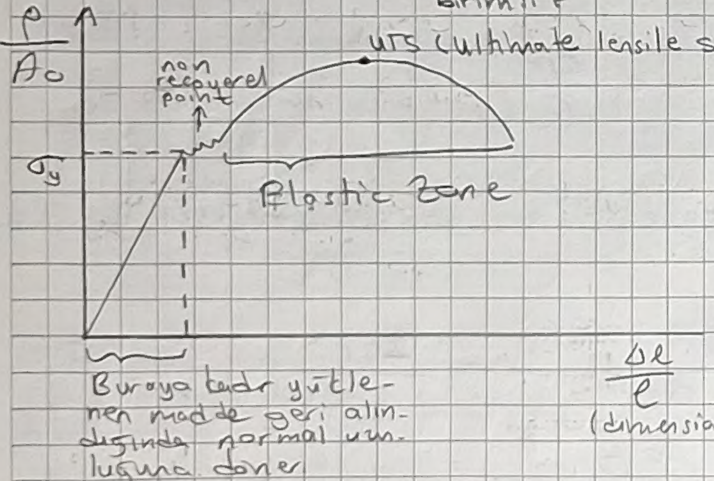
$$\sigma = \frac{\text{load}}{\text{orginal cross sectional area}} = \frac{\text{load}}{A_0} = \frac{P}{A_0}$$

σ ↓ basınç; A_0: constant; kg/cm²

$$\epsilon_0 = \frac{\text{change in length}}{\text{orginal length}} = \frac{\Delta l}{l_0}$$

$$\epsilon = \frac{l_f - l_i}{l_0}$$

ε ↓ birimsiz

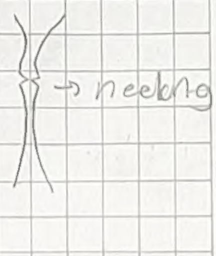


E = modulus of elasticity

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$ in elastic zone $\sigma < \sigma_y$

kg/cm²
pound per square inch
Pascal = N/m²

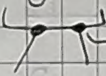
σ_y : Çok önemlidir yield point



Annealing: Cold work olmuş (yani < T iken plastik deformasyona uğramış - defekti bol - (böyle bir malzemenin strain-stress eğrisinde σ_y'yi yükseltir.)
Dislocation plastic deformasyondan yüklenir. Ama eğer 600°C'nin üstündeyse olmaz.

Düşük sıcaklıklardan fazladan enerji yüklenir.

(1) Recovery (2) Recrystallization (3): Grain Growth

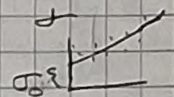


yeni grainler doğar

Bu sıcaklıkta atomlar titreşmeye başlar, ve yeni düzen arar. Dislocasyonlar kayar ve temiz plane'ler olur.

Grain çapı çok önemli;

Petch equation; $\sigma = \sigma_0 + k \frac{1}{\sqrt{d}}$



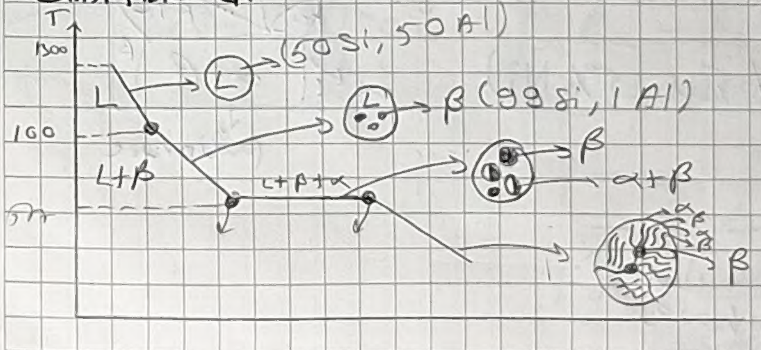
d = grain diameter.

GRAIN BOUNDARY ÖRNEK DEFECT BÖYLE ÖRNEK

Gerginlik sıcaklıkla kalkar. Yani plastik deformasyona uğrar.

CHAPTER 4:

Initial condition 50+50

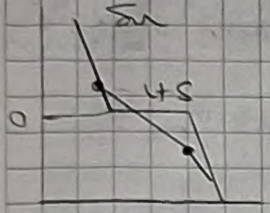


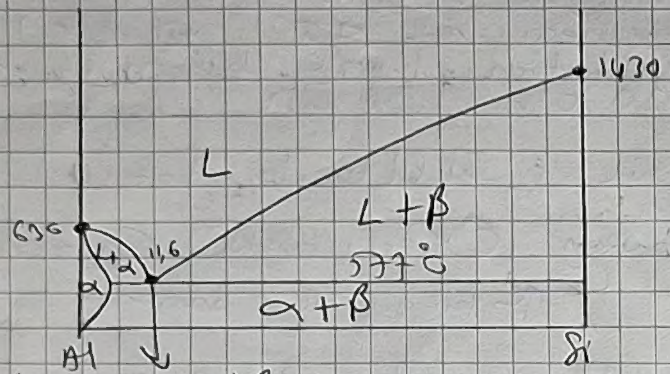
Şekil için arka sayfadaki bilgiye bak

Q: Initial condition: 7 Si, 93 Al find final condition

Single Phase: Bütün grainler aynı kimyasal kompozisyona sahip. (3 boyuttan homojen)

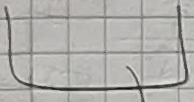
L → single face





100% pure L+α+β %100 pure

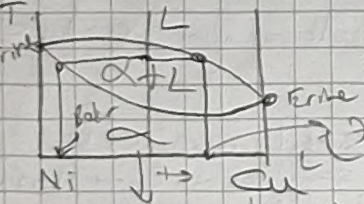
Faz diyagramlarından mikro yapılar çıkar.



↓ β (99% Si , 1% Al)

proeutetic β

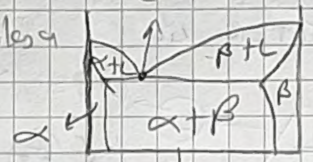
Bir single - phase alloy faz diyagramı;



→ 75% Cu, 25% Ni)

Eğer tanenen erime yoksa

erime burada başlar ve biter



↓ poliphase

α'dan başka faz yok bu nedenle single-phase

Faz diyagramından ne bulunur

a) Identification of phases

b) Composition of phases

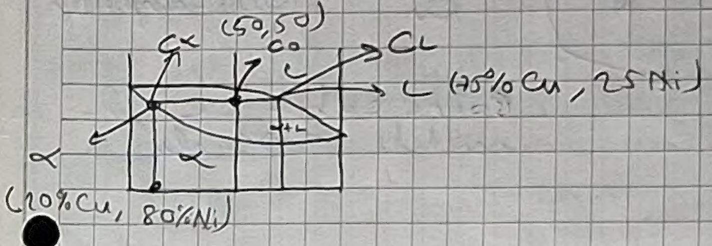
c) Amount of phases

Yazılış daima sağ taraftakine göre yazılır.

* Seçilen noktadan paralel çizilir. Eksenleri kestiği noktadan dik inilir. Ekseni kesenler Cu'ya göre yazılır.

Aynı diyagramda iki farklı ortamdan fazların miktarı nedir?

(50, 50) başlangıç için T_1'de faz kompozisyonu?



① $\alpha + L$

② α = 20% Cu, 80% Ni
L = 75% Cu, 25% Ni

Önce noktayı bul paralel çiz α ve L'nin kompozisyonunu kesim noktalarından bul.

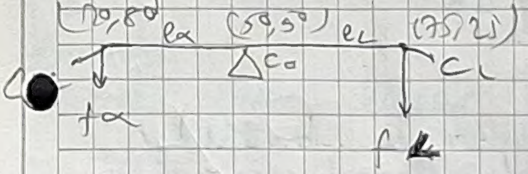
Miktar için Lever rule kullan;

LEVER RULE:

fraction of α → $f_\alpha = \rule{3cm}{0.4pt}$
in poly-phase alloy
for initial composition
%50 - %50 and
temperature of T_1

C_0: initial composition
C_α - composition of α phase
C_L - " of liquid
in terms of copper

Hepsi bakır cinsinden



$$f_\alpha \ell_\alpha = f_L \ell_L$$

$$\ell_\alpha + \ell_L = 100$$

$$f_\alpha = \frac{\ell_L}{\ell_\alpha + \ell_L} = \frac{C_L - C_0}{C_L - C_\alpha}$$

$$f_L = \frac{\ell_\alpha}{\ell_\alpha + \ell_L} = \frac{C_0 - C_\alpha}{C_L - C_\alpha}$$

Kompozisyonu bakır cinsinden vermişti

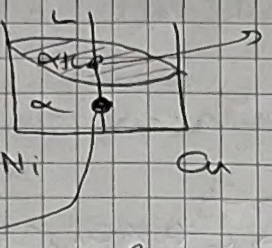
$$f_\alpha = \frac{75 - 50}{75 - 20} = \frac{25}{55} \approx \%45$$

$f_\alpha + f_L = 100$ olmalı

$$f_L = \frac{50 - 20}{75 - 20} = \frac{30}{55} = \sim \%55$$

1 adet independent var

THE PHASE RULE;



$$F = C - P + 2$$

F → Degree

C → number of component

P → Number of phases

$\left(\begin{array}{l} F = 2 - 2 + 1 \\ F = 1 \end{array} \right.$

Kordinatlar

sıcaklık - composition

$C = 2$

$P = 1$

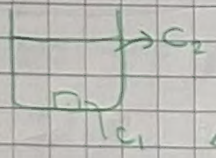
Basınç sabit ise formüldeki 2 → 1 olur

$$F = C - P + 1$$

$F = 2 - 1 + 1 = 2$ → yani ben bu bölgede iki şeyi birbirinden bağımsız olarak değiştirebilirim

Degree of Freedom: Bağımsız olarak değiştirilebilir şeyler.

Diffusion phenomena:

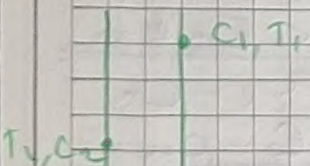


mass

$\Delta C = C_1 - C_2$

ΔT

Malzeme göre sıcaklık ve zamana bağlıdır



$$J = -D \frac{dc}{dx}$$

dc → gr/cm³

dx → cm

J → gr/cm² sec

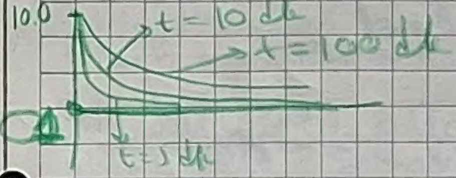
D → $\frac{cm^2}{sec}$

Şimdi zamanı ile verelim;

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} \left(+ \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} \right)$$

$C = C(t, x)$

Ni-Cu alaşımına altın kaplama yapalım
(70, 30)

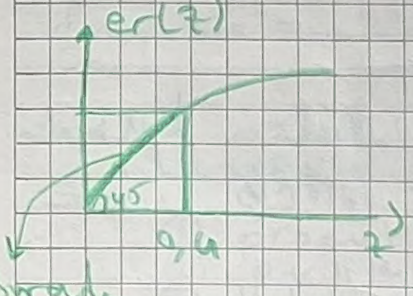


I Condition = $t = 0$ $C = C_i$ for all x
Boundary " = $t > 0$ $C = C_s$ for $x = 0$
$C = 0$ for $x \to \infty$

$t = 0$
$x_0 \to x$

$$\frac{C_s - C_x}{C_s - C_0} = erf\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right)$$

$erf(x) = error(x)$



Error(z) never larger than zero.

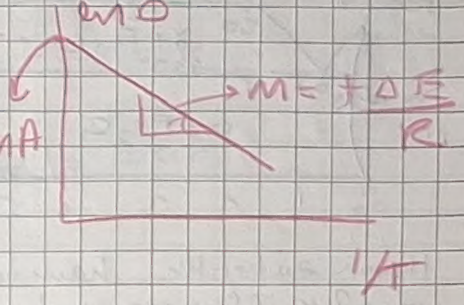
Burada aşağı yukarı lineer gider for $0 < z \leq 0,4$

Biz bu formüllerle belirli derinlikte istenenler yada verilenlerle derinliği bulabiliriz.

$$D = D_0 \exp\left(-\frac{\Delta E}{kT}\right)$$

↓ Kitaptan A olarak verilmiş

1987



United States
Constitutional Coins.
Redrawn Reserve

$Q_{ft} - q_{fc} = \Delta Q_{f}$

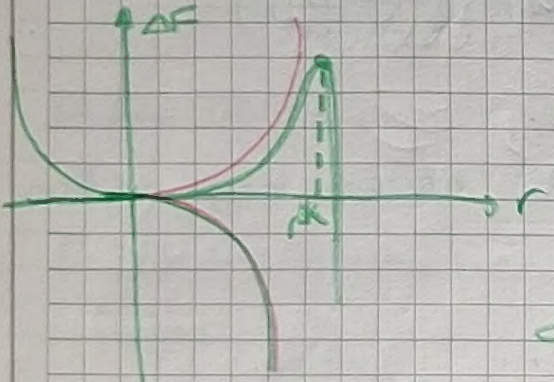
↳ free energy of phase transformation

negatif (büyüklük için)

$\frac{4}{3}\pi r^3 \cdot \Delta F_v + 4\pi r^2 \sigma = \Delta F_{net}$

↓ cm³ başına düşen free energy

↓ cm² başına düşen yüzey enerjisi olmayacak (−)



$\frac{d\Delta F_{net}}{dr} = 0$

$r = r^*$

r'ler r*'dan ufaksa kaybolacak değilse büyüyecek.

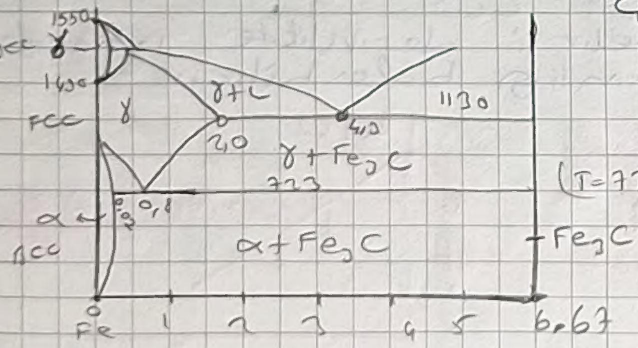
4.19. İyi oku. Diğerleri yok

Çelik: Fe C, Mn, Si, Ph, S

(Si, Ph, S) istenmeyen

sıvı $C \xrightarrow{1130} \alpha + \beta$ eutectic reaction (T=const)

(T=723) Buradan $\gamma = \alpha + FeC$ eutectoic reaction



(Ağırlıkça percent)

Hem eutectic hemde eutectoic reaksiyonda sabit sıcaklıkta olur. (Kompozisyonlar da sabittir) Bunun için F=0.

BCC'den FCC'ye geçerken %9'lik ... oluşur. Daha sonra yeniden γ'dan BCC olur.

Bir BCC'de max C erime miktarı %0,02

FCC içinse " C " " %2

C demir içinde interstitional erime oluşturur. Çünkü C yarı metaldir. Atom yarıçapları farklıdır. Bu nedenle substitutional yapamaz. Çözünen oluşacak ... durum oluşur ... Bu yüzden substitutional değildir.

Sıcaklık 727 altına düşerse γ miktarından ayrılırken ... ötektoid reaksiyon oluşacak ve $\alpha + Fe_3C$'ye ayrılacak.

727'nin altındaki ... 727'ye yakındır.

727'nin altında total α

perlite içindeki α'yı hesap et

$$f_{\alpha, perlite} = \frac{6,67 - 0,8}{6,67 - 0,02} \cong 0,95$$

$$f_{\bar{C}, perlite} = 0,05$$

Soru: 0,3'lük 1 kg'lık bir çelikte calculate the amount of

1. proeutectoid α
2. perlite
3. total α
4. amount of $\bar{C}$
5. Calculate the amount of α in perlite
6. amount of carbide in perlite

a) fraction α, proeutectoid $= f_{\alpha,p} = \frac{0,8 - 0,3}{0,8 - 0,02} = 0,64$

b) $f_\gamma = \frac{0,3 - 0,02}{0,8 - 0,02} = 0,36$

$$f_{\alpha,pro} + f_\gamma = 1$$

c) Hemen 727'nin altında $f_{\alpha, total}$ ~~0,67~~

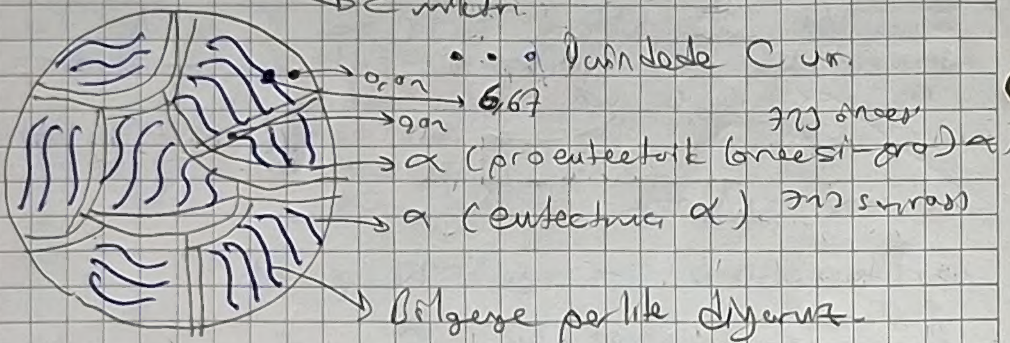
$$f_{\alpha, total} = \frac{6,67 - 0,3}{6,67 - 0,02}$$

d) $f_C = 1 - f_{\alpha, total}$

e) $f_{Fe_3C,\ perlite} = \dfrac{6,67 - 0,8}{6,67 - 0,02}$

f) $f_{Fe,\ perlite} = \dfrac{0,8 - 0,02}{6,67 - 0,02}$

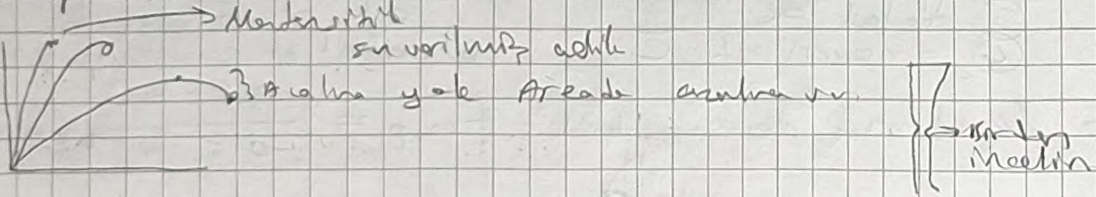
Oda sıcaklığında %0,8'lik yapılı çeliğin
→ C miktarı.



Şekil (6-2) 6-3, 6-4 şekilleri.

Ötektoid'den önce ve sonra

Karbon arttığı miktarda sertlik ve kırılganlık artar. Duc-tility azalır.



Work hardening arttıkça şekillendirme o derece fazla olur.

γ bölgesine gelince annealing olur (γ carbonun tamamen içinde eridiği yapı)

0,8'lik C'luk çelik soğutulursa tamamen pearlite meydana gelir. %100 perlite.

Pro-eutectoid fazları olması için diğer iki yönlerde alınması gerekir

oldukça perlite de → bu bölgeler alınacak

Carbid sağ yakında fazla, sola yaklaştıkça az olur.

Hyperutectoid → Perlite, cementite (proeutectoid)
(ferrite, cementite)

C miktarı perlite ve cementite miktarını değiştirir. Ama perlite içindeki ferrite ve cementite miktarı değişmez.

Örn: % perlite = $\frac{6{,}67 - 0{,}9}{6{,}67 - 0{,}8}$

% proeutectoid = 1 − perlite

Perlite içindeki ferrite, $f_\alpha = \frac{6{,}67 - 0{,}8}{6{,}67 - 0{,}02}$

Bir (1 kg) çelik içinde 0,9 C var ise $\bar{C}$ içerbide

a) Perlite miktarı
b) Proeutectoid $\bar{C}$ miktarı
c) Perlite içindeki ferrite miktarı.
d) Toplam $\bar{C}$ miktarı
e) Perlite içindeki carbide

a) $\frac{6{,}67 - 0{,}9}{6{,}67 - 0{,}8}$ b) $\frac{0{,}9 - 0{,}8}{6{,}67 - 0{,}8}$ c) 1 kg'dan kalan perlite olduğunu bilmeliyiz

e) $\bar{C} = \frac{6{,}67 - 0{,}9}{6{,}67 - 0{,}8} \times \frac{0{,}8 - 0{,}2}{6{,}67 - 0{,}2} \times 1$

$\frac{6{,}67 - 0{,}9}{6{,}67 - 0{,}8} \times \frac{6{,}67 - 0{,}8}{6{,}67 - 0{,}02} \times 1$

= kg

d) ya da bunları toplarız.

$\frac{0{,}9 - 0{,}02}{6{,}67 - 0{,}02} \times 1 = b + d$

Steven Seagal
Nico (Above the law)

1010 Alaşım yok 0,1 C

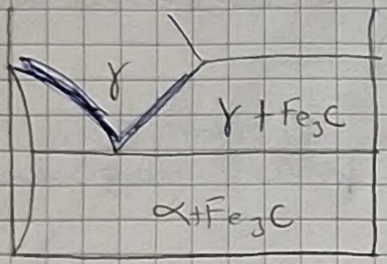
1030 Alaşım yok 0,3 Carbon

Chisel → balyoz
cutting blades: bıçaklar, açılarında kesici olur

Annealed: iç gerilimleri alınmış.

223–10 sf özetle veriliyor.

TTT Diagram → Time, temp, Transformation for 0,8 steel.



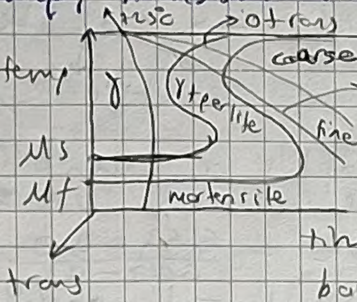


Fig 6-21

bainite ↓ soğutma hızı yükselirse bainite yapı oluşur

Austenite temperature: Tamamen γ'laştırmak demek
→ transformation:
Çeliğin yapısını normal sıcaklıkta değiştirmek için önce γ formuna geçmek gereklidir.

Equilibrium hızı: Normal soğutma hızı

1. eğride trans başlar 2.'de biter.

$$\frac{dT}{dt} = \text{cooling rate}$$
soğutma hızı (eğri eğimi)

Ex 6-2 bak.

bainite yapıda perlite yapının boyu iyice küçülür

Fig 6-10 6,11'i anlat

Ex- 6,4 ??? bak.

SIA SIA

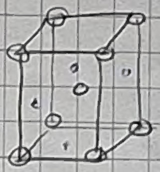
Martensite yapılı sertlik çok daha fazla

DHN: 670

Normalinde $\frac{670}{3,5}$ ~

γ'nın yapısı FCC'iken C erimiş durumda

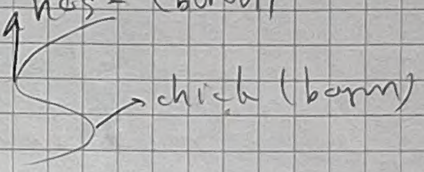
BCT → body centered tetragonal



a = a ≠ c

C herhangi bir yerde

3 yapı öğrendik equilibrium transformation



G-U (fig) a b c

temperleme – menevişleme – tempering